

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-214774

(43)Date of publication of application : 15.08.1995

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

(21)Application number : 06-015012

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 09.02.1994

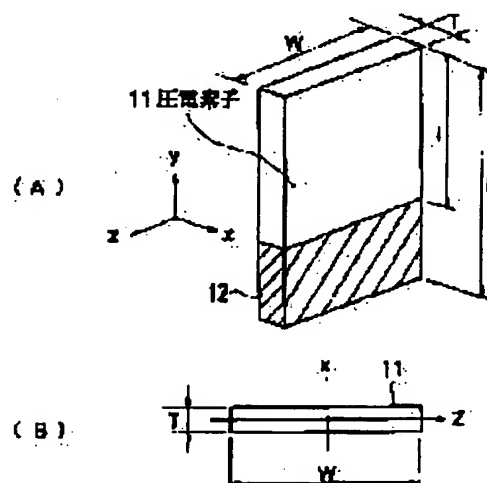
(72)Inventor : ONDA NOBUHIKO
OIKAWA KOICHI
MIKAMI TOMOHISA

(54) HEAD FOR INK JET PRINTER

(57)Abstract:

PURPOSE: To eliminate the resonance of a piezoelectric element at the time of the driving of a head.

CONSTITUTION: The inherent vibration frequency of a piezoelectric element 11 is made higher than driving frequency in order to eliminate the resonance of the piezoelectric element 11 at the time of the driving of a head. Concretely, by a means surrounding a part of the side surface parallel to the stretching direction of the piezoelectric element 11 by an elastomer, the movement other than the stretching direction of a part 12 of the side surface is restricted.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 12.02.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-214774

(43) 公開日 平成7年(1995)8月15日

(51) Int.Cl.⁶

B 4 1 J 2/045
2/055

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 4 1 J 3/ 04 1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-15012

(22) 出願日 平成6年(1994)2月9日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 恩田 信彦

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 及川 浩一

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 三上 知久

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 柏谷 昭司 (外1名)

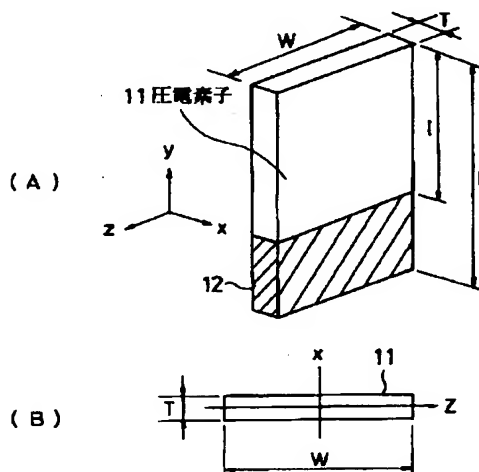
(54) 【発明の名称】 インクジェットプリンタ用ヘッド

(57) 【要約】

【目的】 圧力室に接する振動板の駆動に圧電素子を用いたインクジェットプリンタ用ヘッドに関し、ヘッド駆動時における圧電素子の共振をなくすことのできるインクジェットプリンタ用ヘッドを提供する。

【構成】 本発明では、ヘッド駆動時における圧電素子11の共振をなくすために、圧電素子11の固有振動数を駆動周波数より高くしている。具体的には、圧電素子11の伸縮方向と平行な側面の一部を弾性体22で囲む等の手段により、該側面の一部12の伸縮方向以外の動きを拘束している。

本発明の実施例の基本原理解説明図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧力室に接する振動板を長さ方向に伸縮する圧電素子で駆動することにより該圧力室に発生する圧力によって、該圧力室に連通するノズルからインクを飛び出させて印字を行うインクジェットプリンタ用ヘッドにおいて、

前記圧電素子の固有振動数を駆動周波数よりも高くしたことを特徴するインクジェットプリンタ用ヘッド。

【請求項2】 圧電素子の伸縮方向に平行な側面の一部の伸縮方向以外の動きを拘束することにより、圧電素子の固有振動数を駆動周波数よりも高くしたことを特徴とする請求項1記載のインクジェットプリンタ用ヘッド。

【請求項3】 圧電素子の伸縮方向と平行な側面の一部を弾性体で囲み、該弾性体の外側面を固定することにより、圧電素子の側面の一部の伸縮方向以外の動きを拘束したことを特徴とする請求項2記載のインクジェットプリンタ用ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、圧力室に接する振動板の駆動に圧電素子を用いたインクジェットプリンタ用ヘッドに関するものである。

【0002】

【従来の技術】図7は従来のインクジェットプリンタに用いられるインクジェットヘッド（以下ヘッドと称する）の構造を示す斜視図で、図中、1は流路板、2は振動板、3はノズル板、4は圧電素子である。流路板1には圧力室5が形成され、ノズル板3にはノズル6が形成されている。

【0003】圧力室5は、流路板1を貫通して形成され、流路板1の上、下面にそれぞれ取り付けられたノズル板3及び振動板2により塞がれている。また、圧力室5は、図示しないインクタンクに接続し、該インクタンクから供給されるインクをためるようになっている。ノズル板2に形成されたノズル6は、圧力室5に直接連通している。

【0004】圧電素子4は、長さの長いもので、一端が圧力室5に対向する位置で振動板2に、他端（図の下端）は図示されない固定板に、それぞれ固定されている。圧電素子4の両側面には、電圧を印加するための電極7が付いており（図7では片側のみを示す）、該電極7には電源供給用のリード8が接続されている。

【0005】このような構成のヘッドは、搬送される印字媒体の幅方向に沿って進退可能なキャリッジに搭載され、所定時機に作動して印字媒体に印字を行うが、その印字動作の詳細は次の通りである。

【0006】印字に際しては、両電極7、7に圧電素子4を収縮させるように電圧を印加する。これにより、振動板2は圧電素子4とともに変位し、圧力室5内の体積が増加して内部が負圧になるため、インクタンクからの

インクが圧力室5の壁に設けられた図示しないインク供給口から圧力室に流入する。

【0007】圧電素子4が所要量変位したところで電圧を0にすると、圧電素子4はもとの長さに戻る。このとき、振動板2ももとの位置に戻るため、圧力室5内の体積ももとに戻り、先程流入したインクは、ノズル6から押し出され、インク粒子9となって飛び出す。飛び出したインク粒子9は印字媒体に付着して印字が行われる。

【0008】ところで、通常、インクジェットプリンタの印字部分には、上記構成のヘッドを複数個集積したものが実装されている。具体的には、48個（12個×4列）や64個（16個×4列）のヘッドが集積されている。このときのヘッド1列分の圧電素子4の配列を図8に示す。N個の圧電素子4が固定板10に固定されている。

【0009】また、このときの印字は、所定時機に所定の圧電素子4を作動させて行う。これにより、所定パターンの印字が実現される。

【0010】次に、上記印字動作時における圧電素子の挙動を図9及び図10により説明する。

【0011】図9は前述した従来の圧電素子部分の要部構成図で、T、W、及びLは圧電素子4の厚さ、幅、及び長さである。圧電素子4は、一端が振動板2に、他端が固定板10に、それぞれ固定されている。この固定には、通常接着剤が用いられる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】この圧電素子4に電圧を印加して駆動すると、圧電素子4は、長さ方向（L方向）に伸縮する他に、振動板2及び固定板10との接続部を節として、図10に示すように一定の振動数（固有振動数） f で振動する。固有振動数は、 $f_1 < f_2 < \dots < f_n < \dots$ と複数個存在する。図10（A）は固有振動数 f_1 の一次振動モードを示し、図10（B）は固有振動数 f_2 の二次振動モードを示している。

【0013】 f が低いうち（低次）は、厚さ方向（T方向）や幅方向（W方向）に正弦波状に振動するが、 f が高くなる（高次）と、色々な方向やモードが入って複雑に振動する。

【0014】圧電素子4を周波数 f_0 の正弦波で駆動したとき、 $f_0 = f_1$ であると、圧電素子4は共振して図10のように振動してしまい、振動板2を正常に押すことができなくなってしまう。従って、共振を防ぐためには、 $f_0 < f_1$ とする必要がある。

【0015】実際には、圧電素子4には図11（A）に示す矩形波や図11（B）に示す三角波の電圧を印加する。この場合、上記波形には色々な周波数の波形が含まれているので、余裕をとって、 $3f_0 < f_1$ とするのが望ましい。次に具体的な一例を示す。

【0016】圧電素子4の、サイズ $L = 10 \text{ mm}$ 、 $W = 1 \text{ mm}$ 、 $T = 0.1 \text{ mm}$ 、ヤング率 $E = 5.5 \times 10^{10}$

N/m^2 、密度 $\rho = 8.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、駆動周波数 $f_0 = 7 \text{ kHz}$ （これらの数値は、所定のインク粒量と粒子速度から求めた値）としたとき、固有振動数は、 $f_1 = 2.76 \text{ kHz}$ 、 $f_2 = 7.6 \text{ kHz}$ 、…となり、 $f_1 < f_0$ となって駆動時に共振してしまう。

【0017】このときの振動モードは、図10のように厚さ方向（T方向）となる（一番薄い方向がまず振動する）。

【0018】本発明は、ヘッド駆動時に圧電素子に共振が起きることのないインクジェットプリンタ用ヘッドを提供することを目的としている。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明では、圧力室に接する振動板を長さ方向に伸縮する圧電素子で駆動することにより該圧力室に発生する圧力によって、該圧力室に連通するノズルからインクを飛び出させて印字を行うインクジェットプリンタ用ヘッドにおいて、前記圧電素子の固有振動数を駆動周波数よりも高くしたことを特徴とする構成（第1の構成）とする。

【0020】また、上記第1の構成のインクジェットプリンタ用ヘッドにおいて、圧電素子の伸縮方向に平行な側面の一部の伸縮方向以外の動きを拘束することにより、圧電素子の固有振動数を駆動周波数よりも高くしたことを特徴とする構成（第2の構成）とする。

【0021】上記第2の構成のインクジェットプリンタ用ヘッドにおいて、圧電素子の伸縮方向と平行な側面の一部を弾性体で囲み、該弾性体の外側面を固定することにより、圧電素子の側面の一部の伸縮方向以外の動きを拘束したことを特徴とする構成（第3の構成）とする。*30

$$f = (\lambda^2 / 2\pi l^2) (E I g / \rho A)^{1/2} \quad \dots (1)$$

但し、 l ：振動部分の長さ（cm）

E ：ヤング率（ kgf/cm^2 ）

ρ ：単位体積の重さ（ kgf/cm^3 ）

λ ：棒の両端の固定方法と振動モードで決まる定数

A ：断面積（ cm^2 ）

* I ：断面二次モーメント（ cm^4 ）

g ：981（ cm/s^2 ）

従って、振動数 f を $3f_0$ 以上にするための、 l についての条件式は次のようになる。

【0029】

$$3f_0 \leq (\lambda^2 / 2\pi l^2) (E I g / \rho A)^{1/2} \quad \dots (2)$$

$$l^2 \leq (\lambda^2 / 2\pi \cdot 3f_0) (E I g / \rho A)^{1/2} \quad \dots (3)$$

$$\therefore l = \{ (\lambda^2 / 2\pi \cdot 3f_0) (E I g / \rho A)^{1/2} \}^{1/2} \quad \dots (4)$$

【0030】一例として、各パラメータが次の値の場合、40 について長さ l を計算してみる。

$W = 0.1 \text{ cm}$ $T = 0.01 \text{ cm}$ $A = 1.0 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$

$E = 5.5 \times 10^{10} \text{ N/m}^2 = 561.2 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$

$I = 8.333 \times 10^{-9} \text{ cm}^4$

$\rho = 8.0 \times 10^3 \text{ kgf/m}^3 = 8.0 \times 10^{-3} \text{ kgf/cm}^3$

$\lambda = 4.730$ （両端固定、一次モード）

$f_0 = 7 \text{ kHz}$

* 【0022】

【作用】圧電素子の固有振動数が駆動周波数より高くなっているため、圧電素子駆動時に共振は起きない。従って、ヘッドの周波数特性は平坦になって動作が安定する。

【0023】

【実施例】本発明は、圧電素子の固有振動数を駆動周波数の3倍以上に高めることによって、圧電素子駆動時の共振を防ぐもので、そのためには、次の各種の手段が考えられる。

【0024】1) 圧電素子の形状を、例えば固定板固定側が振動板固定側より広い台形とする。

2) 圧電素子のヤング率を上げる（硬い材料で形成する等）。

3) 圧電素子の一部の伸縮方向以外の動きを拘束する。

【0025】次に、最も効果的な上記3)の方式の各種実施例の基本原理について説明する。

【0026】まず実施例の基本原理を図1（図1（A）は斜視図、図1（B）は平面図）により説明すると、本実施例では、圧電素子11の側面の一部12（図中斜線記入部分）の伸縮方向以外の動きを拘束することによって、圧電素子11の横振動を抑制し、固有振動数の駆動周波数の3倍以上に高める。この横振動抑制効果を数式的に説明すると次の通りである。

【0027】共振で問題になるのは、1次モード（振動数 f_1 ）であるので、これを考える。圧電素子11の上面と下面は固定とする。 y 方向については、長さ l の部分は拘束されず振動可能である。このときの l と振動数 f の関係を求めて、 $f \geq 3f_0$ となる l を求める。

【0028】棒の横振動に関して、次の式が成り立つ。

$$f = (\lambda^2 / 2\pi l^2) (E I g / \rho A)^{1/2} \quad \dots (1)$$

* I ：断面二次モーメント（ cm^4 ）

g ：981（ cm/s^2 ）

従って、振動数 f を $3f_0$ 以上にするための、 l についての条件式は次のようになる。

【0029】

$$3f_0 \leq (\lambda^2 / 2\pi l^2) (E I g / \rho A)^{1/2} \quad \dots (2)$$

$$l^2 \leq (\lambda^2 / 2\pi \cdot 3f_0) (E I g / \rho A)^{1/2} \quad \dots (3)$$

$$\therefore l = \{ (\lambda^2 / 2\pi \cdot 3f_0) (E I g / \rho A)^{1/2} \}^{1/2} \quad \dots (4)$$

【0031】これらの値を（4）式に代入して、

$$l \leq 0.3583 \text{ cm} = 3.583 \text{ mm}$$

すなわち、振動部分の長さを3.583mm以下にすれば良い。 l 部分の拘束方法については、横振動は抑制し、伸縮方向には自由に変位できるようにする必要がある。これは、伸縮方向も拘束すると、振動板を駆動するのに必要な変位量が不足するからである。

【0032】次に、上記原理を実現するための具体的な各種実施例を説明する。

【0033】図2及び図3に第1の実施例を示す。

50 【0034】図2は本例の圧電素子拘束構造を示す斜視

図で、図中、21はキャリアに固定される固定板、22はゴム等の弾性材で形成された保持部材である。圧電素子11は、櫛歯状に並設され、一端が固定板21に固定されるとともに、中央部分が保持部材22で保持されている。また、各圧電素子11の他端(図2の上端)は図示しない振動板に固定されている。

【0035】振動板は、図7で説明したのと同様に、各圧電素子に対応した圧力室を有する流路板の一面に固定され、該流路板の他面には各圧力室に対応したノズルが形成されたノズル板が固定され、これによりヘッドが構成される。この構成は、後述する他の実施例についても同様である。

【0036】本構造について、圧電素子11の固有振動数 f を有限要素法を用いて計算すると次のようになる。パラメータ:

$P = 0.282 \text{ mm}$ (4列ノズルで360DPIの文字を印字するときのノズル間隔)

$L = 10 \text{ mm}$

$W = 1 \text{ mm}$ $W_1 = 0.1 \text{ mm}$

$T = 0.1 \text{ mm}$ $D = 0.182 \text{ mm}$

圧電素子: $E = 5.5 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ $\rho = 8.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

保持部材: $E = 6.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ (弾性ゴム)

$\rho = 1.1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

【0037】① $l_1 = l_2 = 0.1 \text{ mm}$ ($l = l_1 + l_2 = 0.2 \text{ mm}$) のとき

$f = 23.111 \text{ kHz}$

② $l_1 = l_2 = 2.0 \text{ mm}$ ($l = l_1 + l_2 = 4.0 \text{ mm}$) のとき

$f = 23.387 \text{ kHz}$

ともに固有振動は23kHzを越えて駆動周波数 $f_0 = 7 \text{ kHz}$ の3倍以上となった。

【0038】次に、圧電素子11の圧電常数を $d_{31} = -287 \times 10^{-12} \text{ m/V}$ 、印加電圧を $V = 40 \text{ V}$ とし、上端を自由にして L 方向の変位量 ΔL を計算すると次のようになる。なお、保持部材22がないときの変位量は、 $\Delta L_0 = 1.148 \mu\text{m}$ となる。

【0039】① $l_1 = l_2 = 0.1 \text{ mm}$ ($l = l_1 + l_2 = 0.2 \text{ mm}$) のとき

$\Delta L = 0.984 \mu\text{m}$ (ΔL_0 の86%)

② $l_1 = l_2 = 2.0 \text{ mm}$ ($l = l_1 + l_2 = 4.0 \text{ mm}$) のとき

$\Delta L = 1.13 \mu\text{m}$ (ΔL_0 の98%)

【0040】すなわち、圧電素子11の中央部分が保持部材22によって囲まれているにもかかわらず、圧電素子11は振動板を駆動するのに充分なだけ伸縮することができる。

【0041】上記保持部材22は、実際には、金属、モールド等のホルダにより周囲を囲まれた状態で装着されるが、その構造詳細を図3により説明すると次の通りで

ある。

【0042】図3(A)は斜視図、図3(B)は長手方向断面図で、図中、23はホルダである。ホルダ23は保持部材22の周囲を取り囲んでおり、該保持部材22及び固定板21の周囲は、ホルダ23の内壁に接着剤で固定されている。また、ホルダ23の上部の凹部24には、振動板、圧力室付流路板、ノズル付ノズル板より成る圧力室部分が嵌め込まれている。

【0043】本例の場合、保持部材22の両端近くは側面の3方が固定されているのに対し、中央部は2面だけが固定されている。そのため、圧電素子11に対する保持部材22の拘束力は、両端近くが強く、中央付近が弱くなっていて、中央部の圧電素子11の固有振動数が低下する。以下に述べる第2、第3の実施例によれば、この問題を解決することができる。

【0044】図4に第2の実施例を示す。

【0045】図4は本例の圧電素子拘束構造を示す斜視図で、図中、31は保持部材である。保持部材31は、ヤング率の異なる複数の材料で構成されている。図示の場合は、両端付近をヤング率 E_1 の材料とし、中央部をヤング率 E_2 ($E_2 > E_1$)の材料としており、このような構成とすることによって、中央付近の拘束力は増加し、結果として、全部の圧電素子11をほぼ同じ力で拘束することができる。

【0046】図5に第3の実施例を示す。

【0047】図5は本例の圧電素子拘束構造を示す斜視図で、図中、41は保持部材である。保持部材41は、中央部の厚さを厚くしている。この厚くなった分だけ中央付近の拘束力は増加するので、結果として全部の圧電素子11をほぼ同じ力で拘束することができる。

【0048】本発明が適用されるインクジェットプリンタの概要を図6に示す。図中、101はキャリアッジ、102は送りローラ、103はピンチローラ、104は排出ローラ、105は圧接車、106はスタッカである。

【0049】キャリアッジ101は、インクタンク107とヘッド108とを搭載し、ステータフト113にガイドされて、搬送される記録媒体100の幅方向(図6の紙面と垂直方向)に沿って往復動するようになっている。ヘッド108は、圧力室部分のみを略示したが、前述した各実施例のように圧電素子を保持部材で保持したもので、圧力室部分の圧力室へのインク供給はインクタンク107から行われる。

【0050】排出ローラ104の軸109は、軸受け110に支持され、圧接車105は、ばね111に付勢されて排出ローラ104に圧接する。このインクジェットプリンタによる印字は次の手順で行われる。

【0051】印字部に向け搬送されてくる記録媒体100は、送りローラ102とこれに圧接するピンチローラにより支持板112上の印字部へ送られ、ここでヘッド108による印字が行われる。詳しくは、所定時機に所

定の圧力室に対向する圧電素子を駆動して該圧力室に連通するノズルからインクを飛び出させ、該インクを記録媒体に付着させる。

【0052】1行の印字を終えると、送りローラ102が所定量回転して記録媒体100は改行され、次の行の印字が行われる。排出ローラ104は、送りローラ102とほぼ同速度で同期して回転し、印字が進行して該排出ローラ104と圧接車105の間に進入してくる記録媒体100をスタッカ106に排出する。

【0053】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、圧電素子の固有振動数が駆動周波数より高くなっているため、圧電素子駆動時に共振は起こらず、ヘッドの動作安定化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の基本原理解説明図で、図1

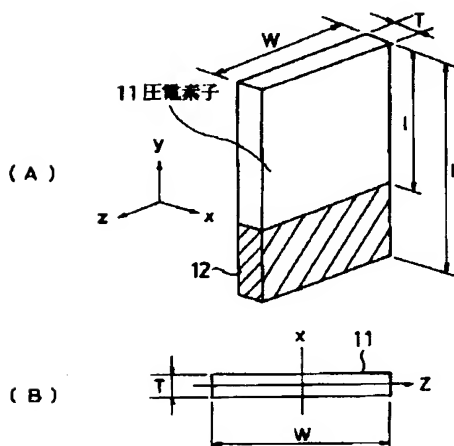
(A)は斜視図、図1(B)は平面図である。

【図2】本発明の第1の実施例の圧電素子拘束構造を示す斜視図である。

【図3】図2の保持部材の固定構造説明図で、図3(A)は斜視図、図3(B)は長手方向断面図である。*

【図1】

本発明の実施例の基本原理解説明図



* 【図4】本発明の第2の実施例の圧電素子拘束構造を示す斜視図である。

【図5】本発明の第3の実施例の圧電素子拘束構造を示す斜視図である。

【図6】本発明が適用されるインクジェットプリンタの概要を示す側面図である。

【図7】従来のインクジェットプリンタ用ヘッドの構造を示す斜視図である。

【図8】圧電素子の配置を示す斜視図である。

10 【図9】従来の圧電素子部分の要部構成図である。

【図10】従来の圧電素子の振動パターン説明図で、図10(A)は一次振動モードを示し、図10(B)は二次振動モードを示す。

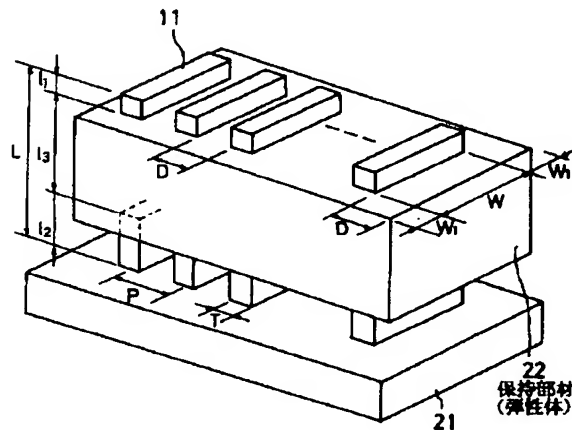
【図11】圧電素子駆動電圧の波形図で、図11(A)は矩形波を示し、図11(B)は三角波を示す。

【符号の説明】

11	圧電素子
12	圧電素子の一部
22, 31, 41	保持部材(弾性体)
23	ホルダ
108	ヘッド

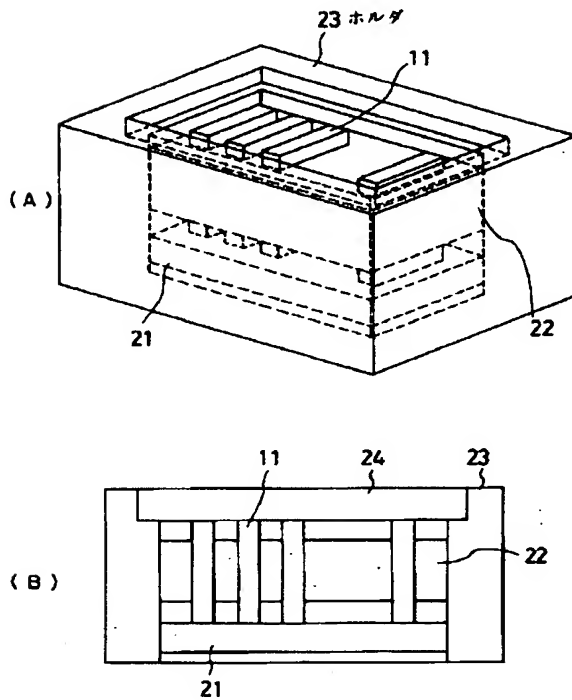
【図2】

本発明の第1の実施例の圧電素子拘束構造を示す斜視図



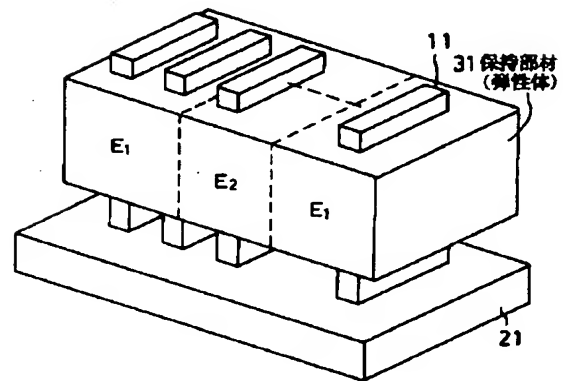
【図3】

図2の保持部材の固定構造説明図



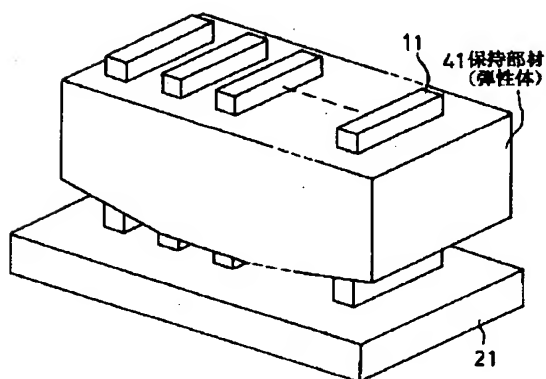
【図4】

本発明の第2の実施例の圧電素子拘束構造を示す斜視図



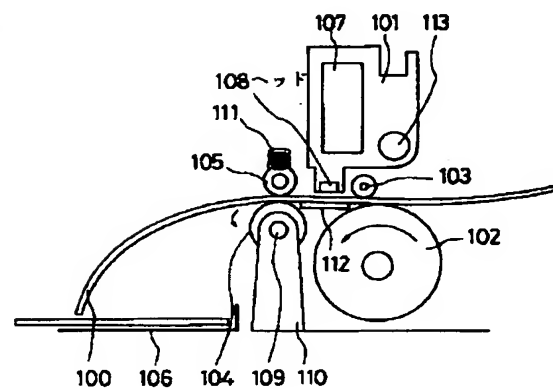
【図5】

本発明の第3の実施例の圧電素子拘束構造を示す斜視図



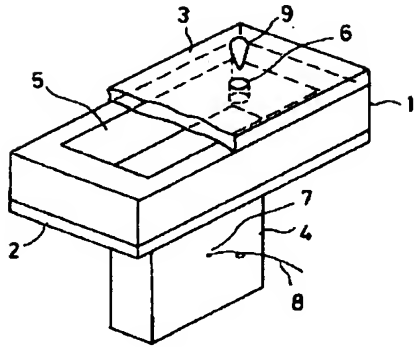
【図6】

本発明が適用されるインクジェットプリンタの概要を示す側面図



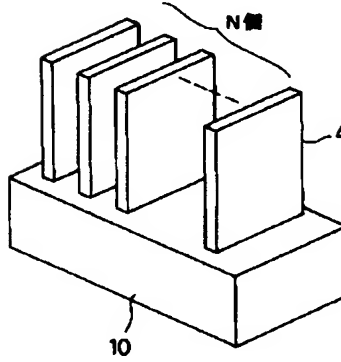
【図7】

従来のインクジェットプリンタ用ヘッドの構造を示す斜視図



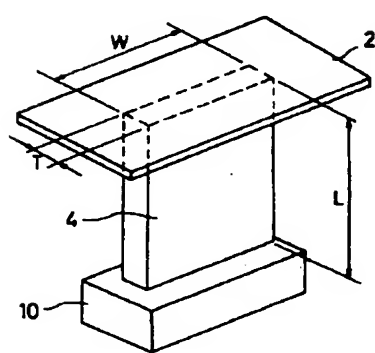
【図8】

圧電素子の配置を示す斜視図



【図9】

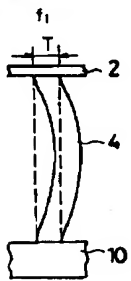
従来の圧電素子部分の要部構成図



【図10】

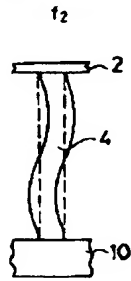
従来の圧電素子の振動パターン説明図

一次の振動モード



(A)

二次の振動モード



(B)

【図11】

圧電素子駆動電圧の波形図

